

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Mai 2001 (31.05.2001)

PCT

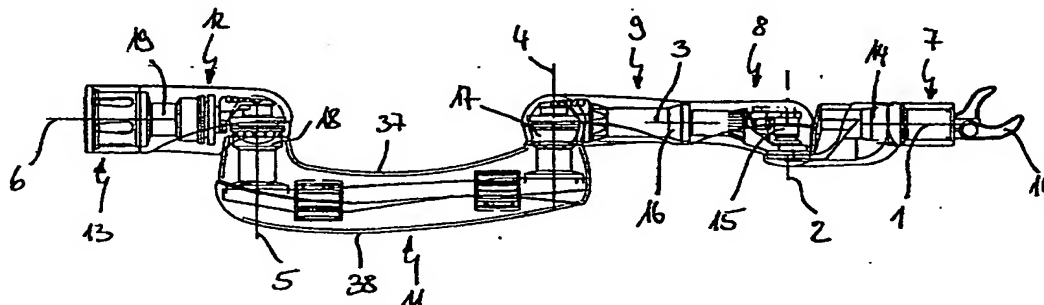
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/38047 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: B25J [DE/DE]; Kirchbergstrasse 8, 97999 Igersheim (DE).
BAYER, Thomas [DE/DE]; Holzäcker 5, 97999 Igersheim (DE). MELBER, Karl-Georg [DE/DE]; Deutschordenstrasse 32, 97990 Weikersheim (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03961
- (22) Internationales Anmeldedatum: 15. November 2000 (15.11.2000) (74) Anwalt: BÖCK, Bernhard; Böck + Tappe Kollegen, Kantstrasse 40, 97074 Würzburg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (30) Angaben zur Priorität: 199 56 176.1 22. November 1999 (22.11.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): WITTENSTEIN GMBH & CO. KG [DE/DE]; Herrenwiesenstrasse 4-9, 97999 Igersheim (DE).
- (72) Erfinder; und (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW).
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KRUG, Andreas

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: GRIPPING OR ACTUATING ARM

(54) Bezeichnung: GREIF- ODER BETÄTIGUNGSARM



(57) Abstract: The invention relates to a gripping or actuating arm comprising at least two members which can each be moved, in particular, can be rotated and/or pivoted, in relation to one another and/or in relation to a base by means of an electromotive drive. The drives used to effect defined movements of the members can be controlled separately, and a sensor is provided for determining the relative position of two adjacent members. According to the invention, the drives are configured as drive units each equipped with an electric motor which, for actuating the electric motor, comprise necessary motor control, optionally, a gearing, and the sensor. In addition, the drives of all members are series-connected one behind the other in the manner of a bus configuration so that the energy, which is required for actuating the drives, and the control signals can be transmitted via the bus configuration.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Greif- oder Betätigungsarm mit mindestens zwei Gliedern, die jeweils mittels eines elektromotorischen Antriebs relativ zueinander und/oder zu einer Basis beweglich, insbesondere dreh- und/oder verschwenkbar sind, wobei die Antriebe zur Durchführung definierter Bewegungen der Glieder getrennt steuerbar sind und wobei weiter jeweils eine Sensoranordnung zur Ermittlung der Relativstellung zweier benachbarter Glieder vorgesehen ist. Dabei sind erfindungsgemäss die Antriebe als Antriebseinheiten ausgebildet, die jeweils mindestens einen Elektromotor, die zur Betätigung des Elektromotors notwendige Motorsteuerung, gegebenenfalls ein Getriebe und die Sensoranordnung aufweisen. Ferner sind die Antriebe sämtlicher Glieder seriell nach Art einer Busanordnung derart hintereinander geschaltet, dass die zur Betätigung der Antriebe notwendige Energie und die Steuersignale über die Busanordnung übertragbar sind.

WO 01/38047 A2

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

5

10

Greif- oder Betätigungsarm

Die Erfindung betrifft einen Greif- oder Betätigungsarm nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

- 15 Greif- oder Betätigungsarme der eingangs genannten Art finden vorzugsweise, jedoch keineswegs ausschließlich im Bereich der sogenannten Robotertechnik Verwendung. Dabei sind eine Vielzahl von Gliedern gegeneinander dreh- oder verschwenkbar hintereinander angeordnet, wobei zwischen jeweils zwei benachbarten Gliedern mindestens ein elektromotorischer Dreh- oder Schwenkantrieb vorgesehen ist. Anzahl der Glieder, Antriebe und/oder Dreh- bzw. Schwenkachsen werden durch die gewünschte Anzahl der Freiheitsgrade der Bewegung des Greif- oder Betätigungsarmes bestimmt. An einem Endes des Greif- oder Betätigungsarmes ist ein Greif- oder Betätigungswerkzeug angeordnet, wobei erfindungsgemäß
- 20 alle Arten von derartigen Werkzeugen unter diesen Begriff fallen sollen. Mit seinem vom Greif- oder Betätigungswerkzeug wegweisenden Ende ist der Greif- oder Betätigungsarm üblicherweise an einer Basis, beispielsweise einem Grundgestell befestigt.

- Bei den bekannten Greif- oder Befestigungsarmen ist jeder Antrieb jedes
- 30 Gliedes unmittelbar, das heißt über ein separates Kabel mit einer Ansteuerereinheit verbunden, die, beispielsweise in einem Schaltschrank, außerhalb des Roboters angeordnet ist. Ebenso ist jeder Antrieb mit einer se-

WO 01/38047 A2



TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- *Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.*

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

2

paraten Stromversorgungsleitung versehen. Die Leitungen sowohl für die Stromversorgung als auch zur Ansteuerung der Antriebe sind dabei parallel durch den gesamten Greif- oder Betätigungsarm geführt. Dies führt dazu, daß, je mehr Antriebe anzusteuern sind und näher man zum Grundgestell bzw. zum Schaltschrank und zur Energieversorgung kommt, die
5 Zahl der Kabel und damit der Durchmesser des entstehenden Kabelbaumes signifikant zunimmt. Dadurch wird insbesondere die Beweglichkeit der Glieder des Greif- und Betätigungsarms relativ zueinander, insbesondere im Hinblick auf die nahe am Grundgestell befindlichen Glieder, erheblich eingeschränkt. Zudem erfordert die notwendige Verkabelung im
10 Inneren des Greif- oder Betätigungsarms eine erheblich Größe, insbesondere ein erhebliches Innenvolumen der einzelnen Glieder, so daß ein wie vorstehend beschriebenes Verkabelungskonzept für Anwendungen, bei denen eine bestimmte Baugröße nicht überschritten werden kann, beispielsweise wenn ein derartiger Greif- oder Betätigungsarm zur Unterstützung
15 von körperbehinderten Menschen, insbesondere an einem Rollstuhl oder dergleichen, Verwendung finden soll, praktisch nicht anwendbar ist.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Greif- oder Betätigungsarm zu schaffen, der bei
20 geringem Verkabelungsaufwand eine vergleichsweise geringe Baugröße der Glieder bei gleichzeitiger Minimierung der Einschränkung der Beweglichkeit der Glieder relativ zueinander aufgrund der Verkabelung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch einen Greif- oder Betätigungsarm nach der
25 Lehre des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung betrifft einen Greif- oder Betätigungsarm mit mindestens zwei Gliedern, die jeweils mittels eines elektromotorischen Antriebs relativ zueinander und/oder zu einer Basis, beispielsweise einem Grundge-
30

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

3

stell, beweglich, insbesondere dreh- und/oder verschwenkbar sind. Ob
zwei jeweils benachbarte Glieder gegeneinander verdreht oder ver-
schwenkt werden, hängt im wesentlichen von der Anordnung des jeweili-
gen Antriebs, insbesondere der Ausrichtung seiner Motorwelle ab. So
5 werden die Glieder beispielsweise gegeneinander verschwenkt, falls die
Längsachsen der Glieder im wesentlichen quer zur Motorwelle verlaufen,
und die Glieder gegeneinander verdreht, falls die Längsachsen der Glieder
parallel zur Motorwelle oder koaxial mit dieser verlaufen.

Die Antriebe zur Durchführung definierter Bewegungen der Glieder sind
10 getrennt steuerbar, wobei hierunter sowohl die logische Ansteuerung der
Antriebe, beispielsweise durch ein Computerprogramm oder einen Joy-
Stick, als auch die Motorsteuerung selbst fällt.

Weiter ist jeweils eine Sensoranordnung, beispielsweise ein Drehwinkel-
geber, mittelbar oder unmittelbar auf der Motorwelle, zur Ermittlung der
15 Relativstellung zweier benachbarter Glieder vorgesehen, deren Signal
beispielsweise von einer rechnergestützten Steuereinheit ausgewertet und
zur Steuerung der Antriebe verwendet werden kann. Dabei kann vorzugs-
weise die Überwachung, Steuerung und Regelung in Echtzeit erfolgen.
Insbesondere die Drehmomentregelung kann über ein field programmable
20 gate array (FPGA) erfolgen.

Im Gegensatz zum Stand der Technik sind erfindungsgemäß die Antriebe
als Antriebseinheiten ausgebildet, die jeweils mindestens einen Elektro-
motor, die zur Betätigung des Elektromotors notwendige Motorsteuerung,
gegebenenfalls ein Getriebe, insbesondere ein Exzenter- oder Doppelex-
25 zentergetriebe, und die Sensoranordnung aufweisen. Dabei sind ferner die
Antriebe sämtlicher Glieder seriell nach Art einer Busanordnung derart
hintereinander geschaltet, daß die zur Betätigung der Antriebe notwendi-
ge Energie und die Steuersignale über die Busanordnung übertragbar
sind. Dabei können sowohl die Steuersignale, beispielsweise von einem
30 Computer, an den Motor als auch die zur Steuerung dienenden Sensorsig-

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

4

gnale an beispielsweise eine Auswerte- und Steuereinheit, über die Busanordnung übertragen werden.

Bereits durch die Zusammenfassung des Elektromotors, gegebenenfalls eines Getriebes, der Motorsteuerung, die nach dem Stand der Technik
5 üblicherweise außerhalb im Schaltschrank angeordnet ist, und der Sensoranordnung zu jeweils einer kompakten Antriebseinheit, die vorzugsweise in einem alle Komponenten umfassenden Gehäuse angeordnet ist, ergibt sich neben einer Verringerung des Platzbedarfs im Greif- oder Betätigungsarm und einer Verringerung des Verkabelungsaufwands eine
10 hohe erreichbare elektrische Leistungs- und Funktionsdichte. Durch die Verwendung einer Busanordnung sowohl für die Stromversorgung als auch für die Übertragung der notwendigen Steuer- und/oder Meßsignale wird der Verkabelungsaufwand weiter reduziert, wobei insbesondere die
15 bisher üblichen Kabelbäume entfallen bzw. deren Durchmesser zumindest erheblich reduziert wird. Dadurch wird neben einem geringen Verkabelungsaufwand gleichzeitig die notwendige Baugröße der Glieder verringert und die Einschränkung der Beweglichkeit der Glieder untereinander aufgrund der Verkabelung auf ein Minimum verringert. Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß aufgrund der Zusammenfassung zu
20 kompakten Einheiten der Montageaufwand insgesamt vergleichsweise gering ist und auch ein einfacher und kostengünstiger Service gegeben ist.

Die Anzahl der Glieder des Greif- oder Betätigungsarms ist grundsätzlich beliebig und hängt letztendlich im wesentlichen von der Anzahl der Freiheitsgrade der Bewegung ab. Vorzugsweise sind mindestens drei, vorzugsweise drei bis sieben Glieder vorgesehen. Aufgrund der Busanordnung
25 ist die Anzahl der Glieder im Hinblick auf die vorstehend beim Stand der Technik beschriebene Verkabelungsproblematik praktisch unbegrenzt, da sich grundsätzlich kein mit der Anzahl der Glieder zunehmender Kabelbaumdurchmesser ergibt.

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

5

In grundsätzlich beliebiger Weise kann die Übertragung der Energie und der Steuersignale beispielsweise durch ein beliebiges mehradriges Buskabel erfolgen, das durch sämtliche Glieder im wesentlichen über die gesamte Länge des Greif- oder Betätigungsarms geführt wird. Insbesondere jedoch, wenn der zulässige Dreh- oder Schwenkwinkel zwischen benachbarten Gliedern 360° und mehr ist, ist es von Vorteil oder, insbesondere bei unbegrenztem Drehwinkel, notwendig, eine Übertragung der Energie und der Steuersignale vorzusehen, die eine unzulässige Verdrehung der Busanordnung bzw. des Buskabels vermeidet. Nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung erfolgt daher die Übertragung der zur Betätigung der Antriebe notwendige Energie und der Steuersignale von einem Glied zum jeweils benachbarten Glied mittels einer für sich bekannten Drehdurchführung, beispielsweise über Schleifringe oder dergleichen.

Nach einer weiteren Ausgestaltung kann die Übertragung der zur Betätigung der Antriebe notwendige Energie und der Steuersignale von einem Glied zum jeweils benachbarten Glied berührungslos, insbesondere induktiv, optisch oder dergleichen erfolgen.

Durch diese Ausgestaltungen kann in grundsätzlich beliebiger Weise ein unbegrenzter Drehwinkel erreicht werden. Dies gilt für die Verbindung sämtlicher Glieder, d.h. insbesondere auch für die dem Grundgestell benachbarten Glieder, da die Busstruktur grundsätzlich an jeder Stelle gleich ist, während nach dem Stand der Technik der Kabelbaum von außen zum Grundgestell hin ständig zunimmt.

Insbesondere wenn die zulässigen Drehwinkel einen bestimmten Wert nicht übersteigen, erfolgt nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung die Übertragung der zur Betätigung der Antriebe notwendige Energie und der Steuersignale von einem Glied zum jeweils benachbarten Glied mittels eines aus einem mehradrigen Flachbandkabelabschnitt gewickelten Spiralkörpers, der derart gewickelt und angeordnet ist, daß die Hauptebene des Spiralkörpers im wesentlichen senkrecht zur Dreh- bzw.

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

6

Schwenkachse zwischen den benachbarten Gliedern verläuft, wobei die beiden Enden des Flachbandabschnitts jeweils mit der Busanordnung des ersten bzw. des benachbarten Gliedes verbindbar sind. Dies bedeutet mit anderen Worten, daß beim Verdrehen oder Verschwenken der beiden

5 Glieder der Spiralkörper auf- oder abgewickelt wird, wobei kein Verdrehen des Flachbandkabels in sich erfolgt. Der zulässige Drehwinkel hängt dabei im wesentlichen vom Durchmesser des Spiralkörpers und von der Anzahl der Windungen oder Wicklungen ab. Vorzugsweise weist der Spiralkörper mindestens eine, vorzugsweise zwei bis zehn Windungen, auf.

10 Dadurch sind in einfacher und kostengünstiger Weise zulässige Verdrehungen von 1080° und mehr erzielbar.

Die Befestigung der Enden des Flachbandabschnitts bzw. des Spiralkörpers an der Busanordnung bzw. dem Buskabel jedes Gliedes kann in grundsätzlich beliebiger Weise erfolgen. So können beispielsweise entsprechende Anschlußteile an den Enden des Flachbandabschnittes befestigt, beispielsweise angelötet oder angecrimpt, sein. Nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung jedoch sind beide Enden des Flachbandabschnitts derart abgewinkelt, daß das erste Ende vom Spiralkörper zum ersten Glied und das zweite Ende vom Spiralkörper zum zweiten Glied

15 weist. Die Abwinklung kann in einfacher Weise dadurch erfolgen, daß die Enden jeweils um eine im Winkel von 45° zur Längsachse des Flachbandabschnitts verlaufende Knickkante geknickt werden, wodurch sich insgesamt eine Abwinklung um 90° ergibt.

20

In ebenfalls grundsätzlich beliebiger Weise können die im Flachbandabschnitt angeordneten, insbesondere im Regelfall eingegossenen, Leiter beispielsweise einen runden Querschnitt aufweisen. Vorzugsweise jedoch weisen die im Flachbandabschnitt angeordneten Leiter im Bereich der Windungen zumindest abschnittsweise einen im wesentlichen flach rechteckigen Querschnitt auf, der beispielsweise durch Auswalzen von runden

25 Kupferleitern erreicht werden kann. Bei einer derartigen Gestaltung wirken die flachen Leiterbahnen als Spiralfeder, die beim Verdrehen ge-

30

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

7

oder entspannt wird. Aufgrund dieser Gestaltung nimmt der Spiralkörper beim Entspannen die vorbestimmte Ausgangsform wieder ein, wodurch sichergestellt ist, daß unabhängig vom Verdrehwinkel die gewünschte eine nachteilige Verwindung des Flachbandabschnitts sicher ausschließende Spiralform eingehalten wird.

Der Greif- oder Betätigungsarm der Erfindung kann in üblicher Weise als Guß- oder Schweißteil ausgeführt sein, wobei die äußere Gestalt der einzelnen Glieder im wesentlichen von der mechanischen Funktion bestimmt wird. Nach einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung jedoch weisen die Glieder einen als Tragstruktur ausgebildeten Grundkörper und mindestens ein Verkleidungselement auf, wobei das Verkleidungselement lösbar am Grundkörper befestigbar ist. Dies bedeutet mit anderen Worten, daß erfindungsgemäß eine Trennung der tragenden mechanischen Funktion der Tragstruktur und der im wesentlichen den ästhetischen Gesamteindruck bestimmenden Verkleidung stattfinden kann, wodurch sowohl die Tragstruktur, beispielsweise im Hinblick auf mechanische Festigkeit, Steifigkeit oder Leichtbau, als auch die Verkleidung, beispielsweise im Hinblick auf Oberfläche, Dekor, Form oder Sicherheitsaspekte, auf ihre jeweiligen spezifischen Anforderungen optimierbar sind:

Das Verkleidungselement kann beispielsweise mit der Tragstruktur verschraubt oder auf diese aufgesteckt sein. Nach einem Ausführungsbeispiel ist das Verkleidungselement an der Tragstruktur nach Art einer Clipsverbindung befestigbar. Damit ist zum einen eine leichte Zugänglichkeit zum Inneren jedes Gliedes zu Montage- oder Servicezwecken sichergestellt und zum anderen kann der optische oder ästhetische Gesamteindruck des Greif- oder Betätigungsarms in einfacher Weise durch Wechsel der Verkleidungselemente verändert werden.

Insbesondere dann, wenn der erfindungsgemäße Greif- oder Betätigungsarm beispielsweise in unmittelbarer Nähe von Personen Verwendung

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

8

finden soll, beispielsweise zum Ausgleich von schweren Behinderungen, kann die Verbindung von Verkleidungselement und Tragstruktur derart ausgestaltet sein, daß beim Überschreiten einer vorgegeben Grenzlast auf die Verbindung ein selbsttätiges Lösen des Verkleidungselementes erfolgt. Dadurch kann ein Einklemmen beispielsweise einer Hand des Benutzers durch Abspringen des Verkleidungselements vermieden oder die Folgen einer solchen Einklemmung zumindest gemildert werden. Vorzugsweise kann dabei das Verkleidungselement im wesentlichen aus Weichschaum bestehen, wodurch die Verletzungsgefahr weiter verringert wird. Alternativ oder zusätzlich dazu kann beim Überschreiten einer vorgegebenen Grenzlast, die durch eine entsprechende Sensoranordnung ermittelbar ist, auch ein Abschalten der Antriebe erfolgen.

Die Sensoranordnung kann in zunächst grundsätzlich beliebiger Art und Weise abtastende Sensoren, gegebenenfalls auch nach Art eines Schalters oder Endschalters, aufweisen. Vorzugsweise finden jedoch berührungslose, insbesondere magneto-resistive Sensoren, beispielsweise Drehwinkelgeber, Verwendung.

Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel können sowohl der als Tragstruktur ausgebildete Grundkörper als auch das entsprechende Verkleidungselement in Länge und/oder Breite verstellbar ausgebildet sein. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß aneinander grenzende Längs- oder Querträger teleskopartig ineinander einschiebbar oder ausziehbar sind oder aber die Tragstruktur aus separaten miteinander verbundenen Längs- und/oder Querträgerabschnitten besteht, so daß durch Einfügung oder Weglassung einzelner Abschnitte die Tragstruktur in Länge und/oder Breite veränderlich ist. Dadurch läßt sich in einfacher Weise ein modulares Konzept mit Anpassung an unterschiedlichste abzudeckende Greif- oder Betätigungsräume realisieren.

Im folgenden wird die Erfindung anhand lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellender Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

9

- 5 **Fig. 1** in schematischer perspektivischer Darstellung die Ansicht eines Greif- oder Betätigungsarms gemäß der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 2** den Greif- oder Betätigungsarm nach Fig. 1 in seitlicher Ansicht in aufgebrochener Darstellung;
- Fig. 3** den Greif- oder Betätigungsarm nach den Fig. 1 und 2 in einer gegenüber der Fig. 2 um 90 Grad verdrehten aufgebrochenen Darstellung;
- 10 **Fig. 4** in schematischer blockdiagrammartiger Darstellung die serielle Busanordnung der Glieder des Greif- oder Betätigungsarms nach den Fig. 1 bis 3;
- Fig. 5** in perspektivischer schematischer geschnittener Darstellung zwei beweglich miteinander verbundene Glieder eines erfindungsgemäßen Greif- oder
- 15 Betätigungsarms;
- Fig. 6** in schematischer perspektivischer Darstellung einen aus einem Flachbandkabelschnitt gewickelten Spiralkörper zur Übertragung von Energie und/oder Steuersignalen zwischen zwei benachbarten gegen-
- 20 einander verdreh- oder verschwenkbaren Gliedern; und
- Fig. 7** den Spiralkörper nach Fig. 6 in seitlicher Ansicht.

Der in **Fig. 1** dargestellte Greif- oder Betätigungsarm 10 weist sechs Glieder 7, 8, 9, 11, 12 und 13 auf, die jeweils gelenkig miteinander verbunden sind. Mit dem axial äußeren Ende des Gliedes 13 ist der Greif- oder Betätigungsarm 10 an einer nicht dargestellten Basis, beispielsweise einem Rahmen eines Rollstuhles oder dergleichen, verbunden. Am axial

25

äußeren Endes des Gliedes 7 ist ein in den Fig. 2 und 3 schematisch dargestellter Greifer 14 angeordnet.

Die Glieder 7, 8, 9, 11, 12 und 13 sind über die Achsen 1, 2, 3, 4, 5 und 6 gegeneinander verschwenk- bzw. verdrehbar. Dabei erfolgt um die Drehachse 6 ein Verdrehen des Gliedes 12 gegenüber dem an der Basis ort- und drehfest befestigten Glied 13 und damit des gesamten Greifarmes 10; in der Darstellung nach Fig. 1 ist die Drehbewegung durch den Pfeil F6 angedeutet, wobei selbstverständlich eine Drehung in beide möglichen Drehrichtungen erfolgen kann. In ähnlicher Weise erfolgt ein Verdrehen der beiden Glieder 8 und 9 gegeneinander um die Drehachse 3 (Drehbewegung Pfeil F3) und ein Verdrehen des Greifers 14 gegenüber dem Glied 7 um die Drehachse 1 (Drehrichtung Pfeil F1).

Die Achsen 2, 4 und 5 sind als Schwenkachsen ausgebildet und stehen im wesentlichen senkrecht zu den Achsen 1, 3 und 6, die im wesentlichen fluchten. Dabei erfolgt um die Schwenkachse 2 ein Verschwenken der beiden Glieder 7 und 8 gegeneinander, um die Schwenkachse 4 ein Verschwenken der beiden Glieder 9 und 11 und um die Schwenkachse 5 ein Verschwenken der beiden Glieder 11 und 12.

Im Bereich jeder Achse 1, 2, 3, 4, 5 und 6 ist jeweils eine Antriebseinheit 14, 15, 16, 17, 18 und 19 angeordnet, die zur Durchführung der jeweiligen Dreh- oder Schwenkbewegung dient. Die Antriebseinheiten umfassen dabei jeweils einen Elektromotor, die Motorsteuerung, ein Getriebe und eine Sensoranordnung zur Bestimmung der Position der Antriebe bzw. der Stellung der Glieder zueinander.

Wie insbesondere aus der Darstellung nach Fig. 5, die in perspektivischer, aufgebrochener und teilweiser Darstellung die Glieder 7 und 8 zeigt, finden zwei Bauarten von Antriebseinheiten Verwendung. Die im Glied 7 angeordnete Antriebseinheit 14 weist in linearer Anordnung die Einzelkomponenten Getriebe 20, Elektromotor 21 einschließlich Steuerung, Sensorik 22 und eine Bremse 23 auf, Dabei ist die Antriebseinheit

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

11

orts- und drehfest in nicht dargestellter Weise an der Tragstruktur des Gliedes 7 befestigt. Am Ausgang des Getriebes 20 ist eine Befestigungsmöglichkeit für den Greifer 14 vorgesehen, so daß durch Betätigung des Elektromotors 21 der Greifer 14 in eine Drehbewegung versetzt bzw. ver-
5 dreht werden kann.

Die im Glied 8 angeordnet Antriebseinheit 15 weist ebenfalls ein Getriebe 24, einen Elektromotor 25 einschließlich Steuerung, eine Sensorik 26 und eine Bremse 27 auf. Dabei werden jedoch zwei Untereinheiten gebildet, die jeweils in linearer Anordnung die Komponenten Elektromotor 25
10 und Getriebe 24 bzw. Sensorik 26 und Bremse 27 aufweisen. Die beiden Untereinheiten sind im wesentlichen parallel zueinander nebeneinander auf einem gehäuseartigen Rahmen 28 angeordnet und über ein Getriebe, hier einen Riementrieb 29, miteinander gekoppelt. Die Antriebseinheit ist dreh- und ortsfest an der nicht dargestellten Tragstruktur des Gliedes 8
15 befestigt. An den Ausgang des Getriebes 24 ist, wie lediglich schematisch angedeutet ist, ein bügelartiges Koppelglied 30 mit seinem ersten Ende drehfest angeflanscht, das mit seinem zweiten Ende mit der nicht dargestellten Tragstruktur des Gliedes 7 verbunden ist. Bei einer Betätigung des Elektromotors 25 erfolgt dadurch über das Getriebe 24 ein Ver-
20 schwenken des zweiten Endes des Koppelgliedes 30 und damit des Gliedes 7 gegenüber dem Glied 8.

Am von der Antriebseinheit 15 wegweisenden zweiten Ende des Gliedes 7 ist ein an der Tragstruktur befestigter Adapter 31 angeordnet, mit dem das Glied 8 drehmomentübertragend an das Glied 9 (vgl. insbes. Fig. 3),
25 genauer an den mechanischen Ausgang der Antriebseinheit 16, ankoppelbar ist.

Erfindungsgemäß sind sämtliche Antriebseinheiten 14, 15, 16, 17, 18 und 19 elektrisch nach Art einer Busanordnung hintereinander geschaltet. Dabei erfolgt sowohl die Stromversorgung der Antriebe als auch die Über-
30 tragung der Sensor- bzw. Steuersignale, beispielsweise an einen bzw. von

einem externen Rechner über diese Busanordnung. In **Fig. 4** ist die Busanordnung schematisch nach Art eines Blockschaltbildes dargestellt, wobei selbstverständlich die Anzahl der Steuerleitungen und Stromversorgungsleitungen in der Praxis nicht auf zwei beschränkt ist.

- 5 Die Übertragung der Steuer- bzw. Sensorsignale sowie der Stromversorgung der Antriebe zwischen zwei benachbarten Gliedern, seien dies nun gegeneinander verdrehbare oder aber gegeneinander verschwenkbare Glieder, erfolgt beim hier dargestellten Ausführungsbeispiel über einen
- 10 mehradrigen Flachbandkabelabschnitt, dessen Leitungszahl und Anordnung im wesentlichen der Busstruktur entspricht. Wie aus den **Fig. 6 und 7** ersichtlich ist, ist der Flachbandkabelabschnitt 32 zu einem Spiralkörper 33 mit einem inneren Endes 34 und einem äußeren Ende 35 gewickelt. Beim gezeigten Ausführungsbeispiel sind drei Windungen vorgesehen. Die beiden Enden 34 und 35 des Flachbandkabelabschnittes 32 sind nach
- 15 außen abgewinkelt bzw. mit jeweils einem nach außen weisenden Anschlußelement versehen, wobei die Enden 34 und 35 bzw. die Anschlußelemente im wesentlichen senkrecht von der Haupt- oder Radialebene des Spiralkörpers 33 nach außen ragen. Die Anschlußelemente können einstückig an den Spiralkörper 33 angeformt bzw. Teil dieses Spiralkörpers
- 20 sein oder aber aus separate Anschlußelemente, beispielsweise Anschlußbleche nach Art von Lötflächen, bestehen, die lösbar oder unlösbar an den Enden des Flachbandkabelabschnittes 32 befestigt sind. Zur bestimmungsgemäßen Übertragung der Steuer- und Sensorsignale sowie der Stromversorgung sind die Enden 34 und 35 bzw. die entsprechenden Anschlußelemente leitend mit den entsprechenden Buskabelabschnitten der beiden zu
- 25 koppelnden benachbarten Glieder verbunden, wobei das Ende 33 mit dem Buskabelabschnitt des ersten der beiden Glieder und das Ende 34 mit dem Buskabelabschnitt des zweiten Gliedes derart verbunden ist, daß der Spiralkörper zur entsprechenden Dreh- oder Schwenkachse mit seiner Haupt- oder Radialebene im wesentlichen senkrecht angeordnet ist, wobei die
- 30 Achse zudem im wesentlichen durch den Flächenmittelpunkt der Haupt- oder Radialfläche des Spiralkörpers verläuft. Die Enden 34 und 35 des

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

13

Flachbandabschnittes 32 sind zudem im wesentlichen orts-fest am jeweiligen Glied befestigt. Erfolgt nun ein Verdrehen der beiden Glieder gegeneinander, wird der Spiralkörper in Abhängigkeit von der Drehrichtung enger gewickelt oder aufgewickelt, wobei in Abhängigkeit von der Zahl
5 der Windungen Drehwinkel von bis zu 1080° und mehr ohne Bruch oder Beschädigung der Kabelverbindung ohne weiteres erreichbar sind.

Die im Flachbandkabelabschnitt 32 angeordneten Leiter weisen im Bereich zwischen den beiden Enden 34 und 35 einen durch Walzen hergestellten flach rechteckigen Querschnitt auf, wobei die längere Seite des
10 Rechtecks senkrecht zur Haupt- bzw. Radialebene des Spiralkörpers 33 verläuft. Dadurch wird insbesondere das Auffederungsverhalten des Spiralkörpers beim Aufwickeln verbessert.

Wie insbesondere der Fig. 2 zu entnehmen ist, weist das Glied 11 eine längsträgerartige Tragstruktur 36 in Leichtbauweise, beispielsweise aus
15 Leichtmetall oder Kunststoff, auf, an der die Antriebseinheiten 17 und 18 befestigt sind. An dieser Tragstruktur 36 werden in nicht dargestellter Weise Verkleidungselemente 37 und 38 bzw. 39 und 40 (vgl. Fig. 3 und 5) befestigt, beispielsweise lösbar angeclipst. Durch diese konstruktive Trennung von Tragfunktion und Verkleidungsfunktion kann zum einen
20 ein insgesamt leichter Aufbau erreicht werden und zum anderen ist durch einfachen Wechsel der Verkleidungselemente eine leichte Anpassung an unterschiedliche ästhetische Anforderungen möglich.

Die Tragstruktur kann auch, insbesondere bei kurzen Gliedern, durch die Antriebseinheit selbst gebildet werden, wobei dann die Verkleidungselemente unmittelbar an der jeweiligen Antriebseinheit befestigbar sind.
25

Patentansprüche

1. Greif- oder Betätigungsarm mit mindestens zwei Gliedern, die jeweils
mittels eines elektromotorischen Antriebs relativ zueinander und/oder
5 zu einer Basis beweglich, insbesondere dreh- und/oder verschwenkbar
sind, wobei die Antriebe zur Durchführung definierter Bewegungen
der Glieder getrennt steuerbar sind und wobei weiter jeweils eine
Sensoranordnung zur Ermittlung der Relativstellung zweier benach-
barter Glieder vorgesehen ist,
10 dadurch gekennzeichnet,
daß die Antriebe als Antriebseinheiten (14, 15, 16, 17, 18, 19) ausge-
bildet sind, die jeweils mindestens einen Elektromotor (21, 25), die
zur Betätigung des Elektromotors (21, 25) notwendige Motorsteue-
rung, gegebenenfalls ein Getriebe (20, 24) und die Sensoranordnung
15 (22, 26) aufweisen, und daß die Antriebe sämtlicher Glieder (7, 8, 9,
11, 12, 13) seriell nach Art einer Busanordnung derart hintereinander
geschaltet sind, daß die zur Betätigung der Antriebe notwendige
Energie und die Steuersignale über die Busanordnung übertragbar
sind.
- 20 2. Greif- oder Betätigungsarm nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens drei, vorzugsweise drei bis sieben Glieder (7, 8, 9,
11, 12, 13) vorgesehen sind.
3. Greif- oder Betätigungsarm nach Anspruch 1 oder 2,
25 dadurch gekennzeichnet,
daß die Übertragung der zur Betätigung der Antriebe notwendige
Energie und der Steuersignale von einem Glied zum jeweils benach-
barten Glied mittels einer Drehdurchführung erfolgt.

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

15

4. Greif- oder Betätigungsarm nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Übertragung der zur Betätigung der Antriebe notwendige
Energie und der Steuersignale von einem Glied zum jeweils benach-
5 barten Glied berührungslos, insbesondere induktiv, erfolgt.
5. Greif- oder Betätigungsarm nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Übertragung der zur Betätigung der Antriebe notwendige
Energie und der Steuersignale von einem Glied zum jeweils benach-
10 barten Glied mittels eines aus einem mehradrigen Flachbandkabelab-
schnitt (32) gewickelten Spiralkörpers (33) erfolgt, der derart gewik-
kelt und angeordnet ist, daß die Hauptebene des Spiralkörpers (33) im
wesentlichen senkrecht zur Dreh- bzw. Schwenkachse zwischen den
benachbarten Gliedern verläuft, wobei die beiden Enden des Flach-
15 bandabschnitts jeweils mit der Busanordnung des ersten bzw. des be-
nachbarten Gliedes verbindbar sind.
6. Greif- oder Betätigungsarm nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß beide Enden (34, 35) des Flachbandabschnitts (32) derart abge-
20 winkelt sind, daß das erste Ende vom Spiralkörper (33) zum ersten
Glieder und das zweite Ende vom Spiralkörper (33) zum zweiten Glied
weist.
7. Greif- oder Betätigungsarm nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß die im Flachbandabschnitt angeordneten Leiter im Bereich der
Windungen zumindest abschnittsweise einen im wesentlichen flach
rechteckigen Querschnitt aufweisen.

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

16

8. Greif- oder Betätigungsarm nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Spiralkörper (33) mindestens eine, vorzugsweise zwei bis
zehn Windungen, aufweist.
- 5 9. Greif- oder Betätigungsarm nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Glieder (7, 8, 9, 11, 12, 13) einen als Tragstruktur ausgebil-
deten Grundkörper (36) und mindestens ein Verkleidungselement (37,
38; 39, 40) aufweisen, wobei das Verkleidungselement (37, 38; 39,
10 40) lösbar am Grundkörper (36) befestigbar ist.
10. Greif- oder Betätigungsarm nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
das Verkleidungselement (37, 38; 39, 40) an der Tragstruktur (36)
nach Art einer Clips-Verbindung befestigbar ist.
- 15 11. Greif- oder Betätigungsarm nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Verbindung derart ausgestaltet ist, daß beim Überschreiten
einer vorgegeben Grenzlast auf die Verbindung ein selbsttätiges Lö-
sen des Verkleidungselementes (37, 38; 39, 40) erfolgt.
- 20 12. Greif- oder Betätigungsarm nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
das Verkleidungselement (37, 38; 39, 40) im wesentlichen aus Weich-
schaum besteht.

WO 01/38047

PCT/DE00/03961

17

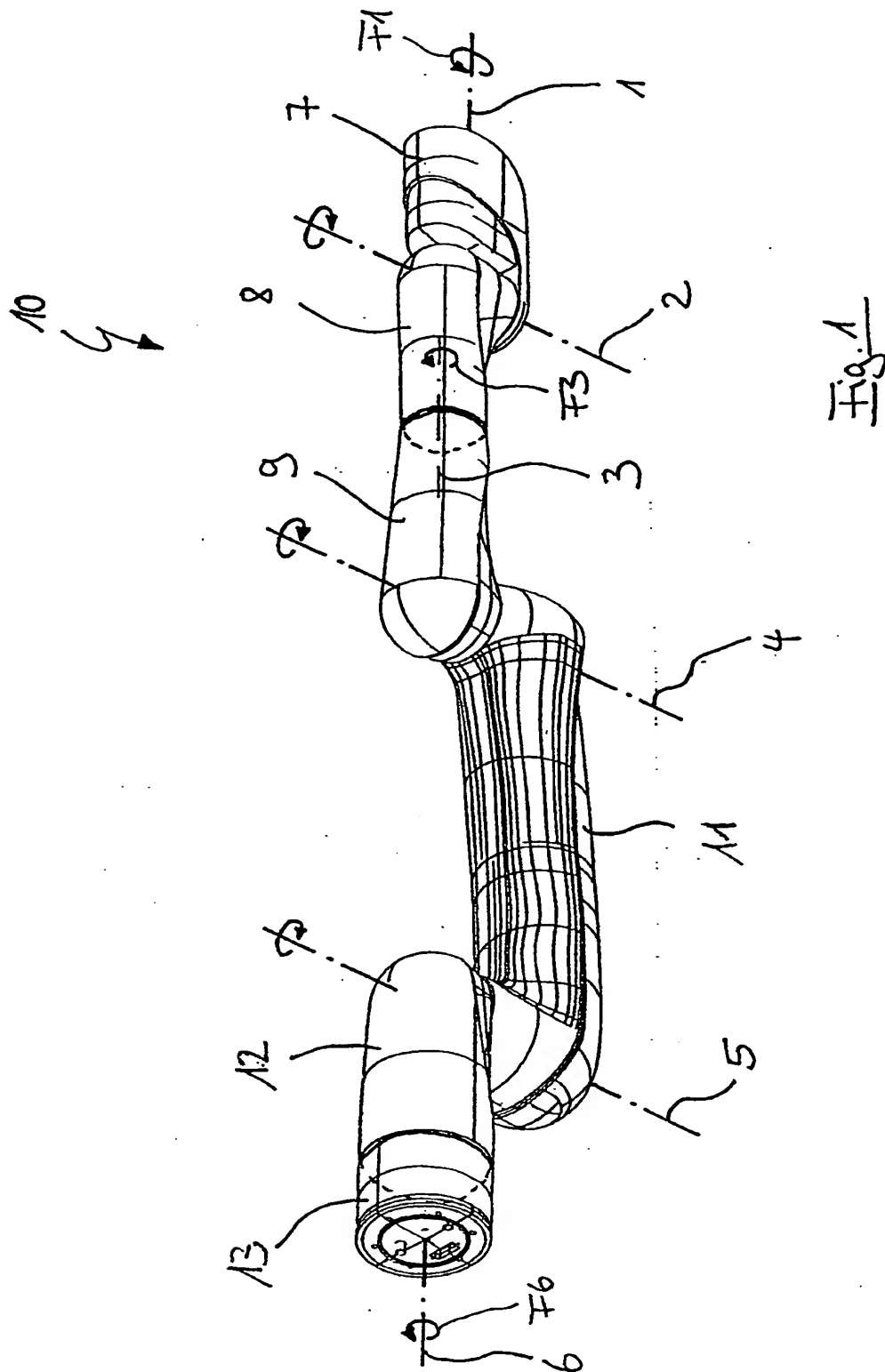
13. Greif- oder Betätigungsarm nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t,
daß der als Tragstruktur ausgebildete Grundkörper (36) und/oder das
Verkleidungselement (37, 38; 39, 40) in Länge und/oder Breite ver-
stellbar ausgebildet ist.

5

WO 01/38047

1 / 5

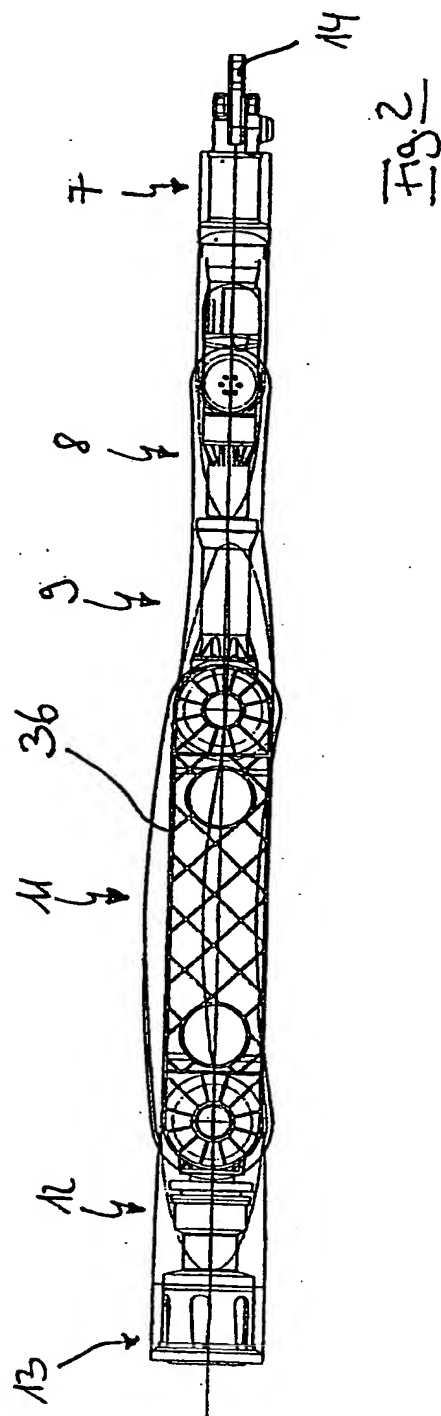
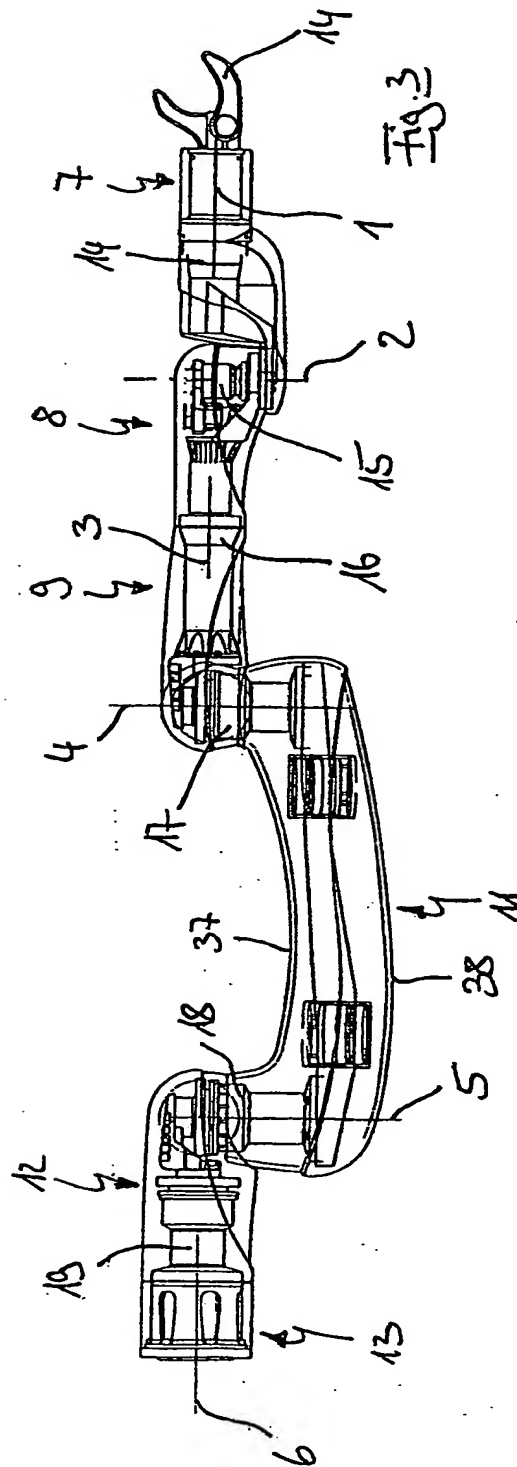
PCT/DE00/03961



WO 01/38047

2 / 5

PCT/DE00/03961



WO 01/38047

3 / 5

PCT/DE00/03961

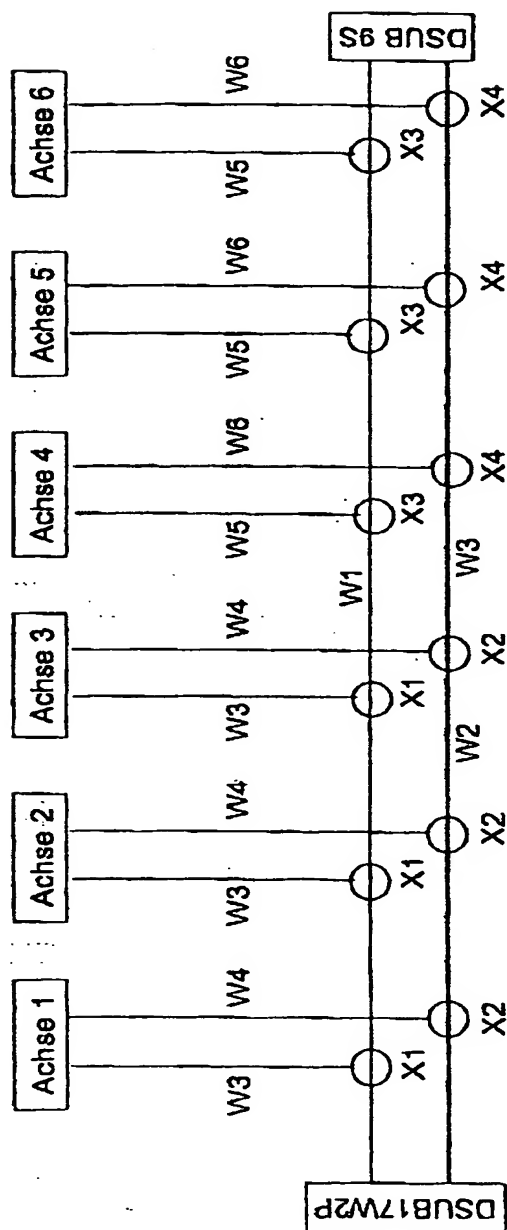
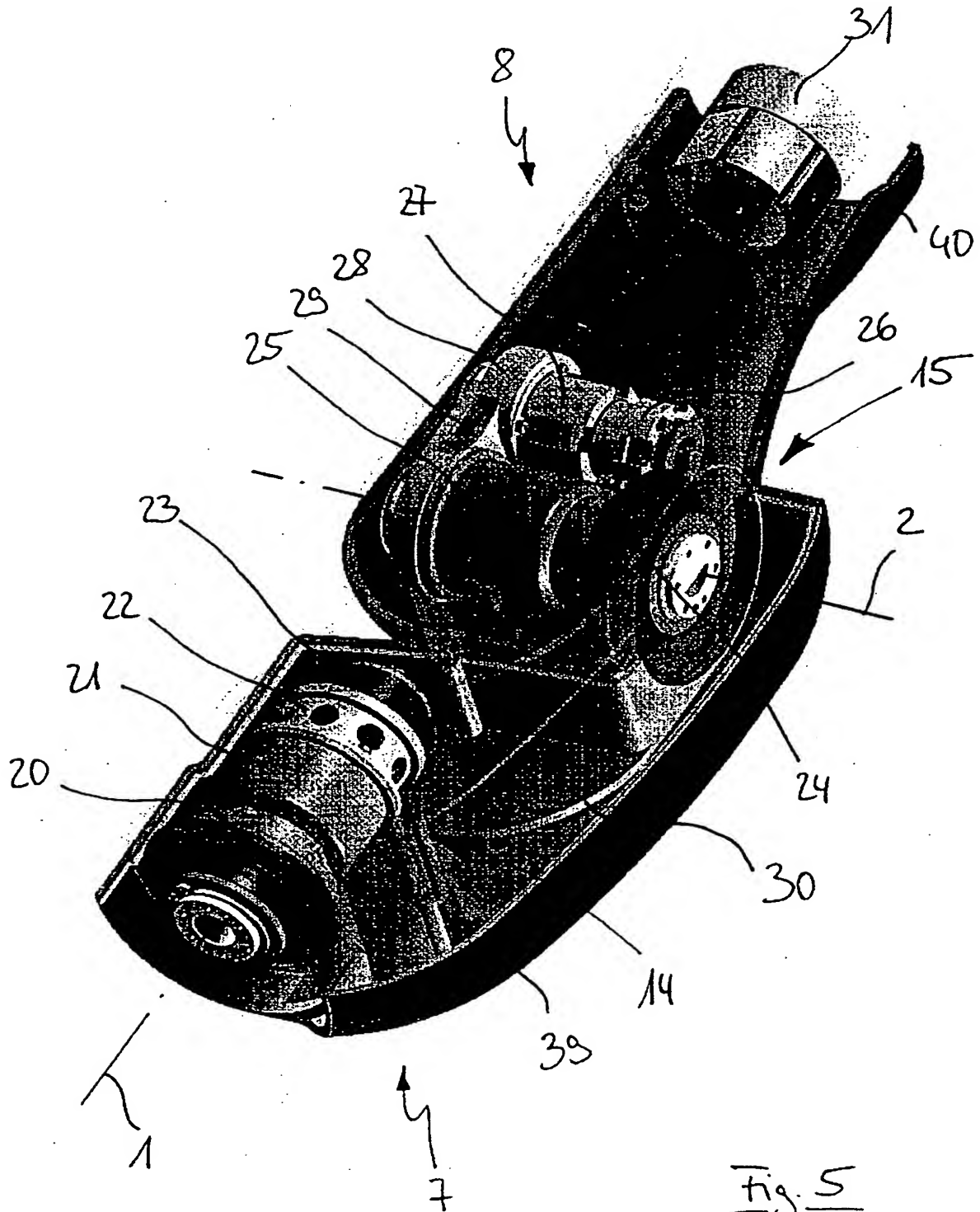


Fig. 4

WO 01/38047

4 / 5

PCT/DE00/03961



BEST AVAILABLE COPY

Fig. 5

WO 01/38047

5 / 5

PCT/DE00/03961

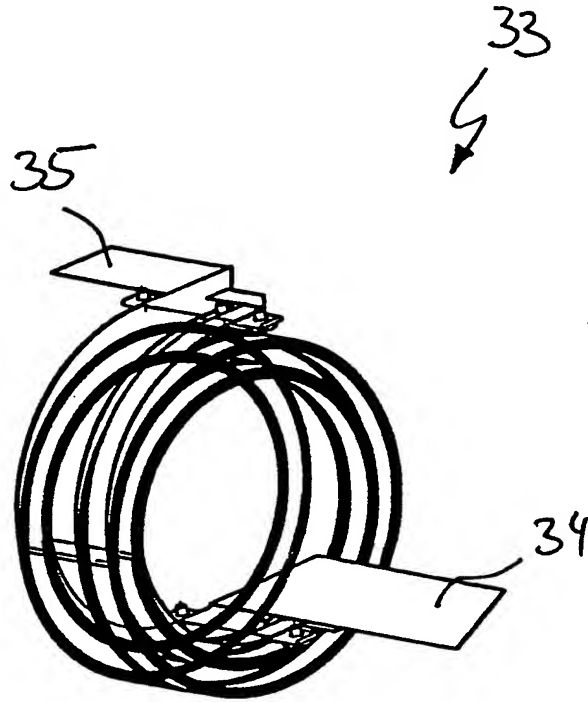


Fig. 6

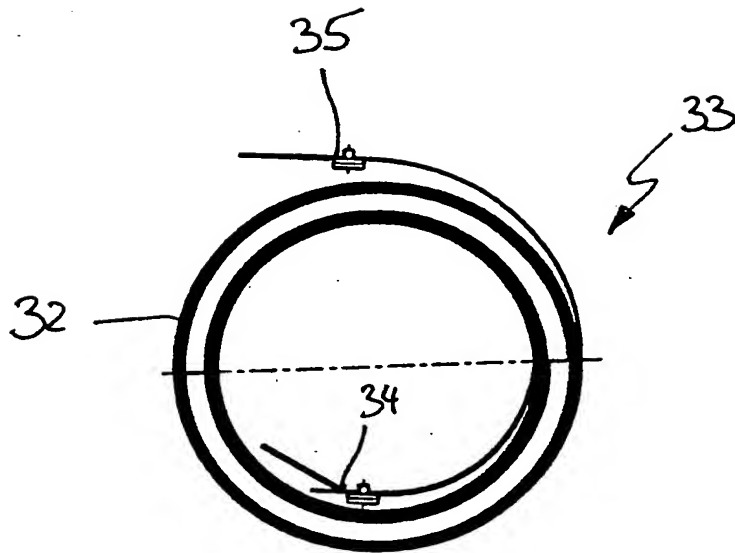


Fig. 7